

# BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



JC808 U.S. PRO  
09/579736  
05/26/00

## Bescheinigung

Die Deutsche Thomson-Brandt GmbH in Villingen-Schwenningen/Deutschland hat  
eine Patentanmeldung unter der Bezeichnung

"Gerät zum Lesen oder Beschreiben optischer Aufzeichnungsträger"

am 31. Mai 1999 beim Deutschen Patent- und Markenamt eingereicht.

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

Die Anmeldung hat im Deutschen Patent- und Markenamt vorläufig das Symbol  
G 11 B 7/00 der Internationalen Patentklassifikation erhalten.

München, den 28. Januar 2000

Deutsches Patent- und Markenamt

Der Präsident

Im Auftrag

*Welle*  
*Wehner*

Aktenzeichen: 199 24 733.1

**Gerät zum Lesen oder Beschreiben optischer  
Aufzeichnungsträger**

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gerät zum Lesen  
5 und/oder Beschreiben optischer Aufzeichnungsträger, welches  
zur Spurführung eine Phasendetektionsmethode, insbesondere  
die differenzielle Phasendetektionsmethode, kurz DPD-Methode  
genannt, verwendet.

10 Ein derartiges Gerät ist aus der EP-A2-0 822 542 bekannt. Es  
weist einen Vierquadrantenphotodetektor auf, zwei  
Diagonalsummenerzeuger, die Signale jeweils zweier diagonal  
angeordneter Quadranten des Photodetektors summieren, sowie  
einen Phasenbildner, welcher einen Phasenunterschied  
15 zwischen den Diagonalsummensignalen detektiert. Dieser  
Phasenunterschied ist proportional zur Abweichung eines die  
Spuren eines Aufzeichnungsträgers abtastenden Lichtstrahls  
von der Spurmitte. Es wird als Spurfehlersignal in einem  
Spurführungsregelkreis verwendet.

20 Als nachteilig an dem bekannten Gerät ist anzusehen, daß die  
Phasenlage der Diagonalsummensignale zueinander in  
bestimmten Fällen falsch bestimmt wird. Dies führt dazu, daß  
das Spurfehlersignal einen falschen Wert annimmt und somit  
25 die Spurführung nicht optimal erfolgt. Eine falsche  
Bestimmung der Phasenlage tritt beispielsweise dann auf,  
wenn der abtastende Lichtstrahl relativ weit von der  
Spurmitte abweicht und dabei teilweise von der benachbarten  
Spur herrührende Signaleinflüsse auftreten. In diesem Fall  
30 kann es dazu kommen, daß keine korrekte Phasenlage bestimmt  
werden kann.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Gerät  
vorzuschlagen, bei dem ein möglichst korrektes Phasensignal  
35 erzeugt wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt  
darin, ein Verfahren anzugeben, mittels dessen anhand einer  
Phasendetektionsmethode, insbesondere der DPD-Methode, ein  
korrektes Spurfehlersignal bestimmt wird.

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, daß das Gerät einen Flankenfolgendetektor zum Detektieren der Abfolge von Flanken der Ausgangssignale, also der auszuwertenden 5 Signale, aufweist, sowie einen Signalblockierer zum Blockieren des Ausgangssignals des Phasenbildners. Dies hat den Vorteil, daß kein unkorrektes Phasensignal abgegeben wird. Anhand der Auswertung der zeitlichen Abfolge der Flanken der unterschiedlichen Diagonalsummensignale ist 10 erkennbar, ob ein fehlerhaftes Phasensignal detektiert wird. Beim Vorliegen einer fehlerhaften Phasendetektion wird die Abgabe eines, in diesem Fall fehlerhaften, Phasensignals unterbunden. Im allgemeinen weist das Gerät einen Vierquadrantenphotodetektor auf, es liegt aber ebenfalls im 15 Rahmen der Erfahrung, daß der Photodetektor eine kleinere oder eine größere Anzahl von Detektorelementen aufweist, deren Phasenunterschied direkt oder nach einer vorherigen Verknüpfung oder Bearbeitung ausgewertet wird. Bei Vorliegen eines Vierquadrantendetektors werden Diagonalsummensignale 20 erzeugt, die für die DPD-Methode verwendet werden. Die Erfahrung ist allgemein anwendbar für Geräte, in denen eine Phasendifferenz zu bestimmen ist, was zumindest zwei zu vergleichende Signale, nicht aber notwendigerweise die DPD-Methode voraussetzt.

25 Der Signalblockierer ist erfundungsgemäß direkt vor oder nach dem Phasendetektor angeordnet, aber auch eine Zwischenschaltung von Signalverarbeitungsstufen ist vorteilhaft. Der Signalblockierer blockiert dann 30 beispielsweise statt des Phasensignals das Spurfehlersignal.

Erfindungsgemäß weist das Gerät Diagonalsummensignalbildner auf, deren Ausgangssignale dem Phasenbildner zugeführt werden. Dies hat den Vorteil, daß es zur Anwendung der DPD- 35 Methode geeignet ist.

Vorteilhafterweise sind dem Phasenbildner und dem Flankenfolgendetektor Flankendetektoren und

Phasenlagendetektoren zugeordnet. Ein Flankendetektor detektiert dabei das Vorhandensein eines steilen Anstiegs oder Abfalls in einem ihm zugeführten, auszuwertenden Signal. Ein Phasenlagendetektor detektiert die zeitliche Lage des steilen Anstiegs bzw. Abfalls. Die zeitliche Lage wird dabei vorzugsweise in Bezug auf ein Taktsignal des Geräts bestimmt. Dabei werden die Flankendetektor- und Phasenlagendetektor-Ausgangssignale dem Phasenbildner zum Bestimmen der Phasenverschiebung zwischen den auszuwertenden Signalen, insbesondere den Diagonalsummensignalen, zugeführt sowie dem Flankenfolgendetektor zum Detektieren der Abfolge der Flanken. Dies hat den Vorteil, daß es sich hierbei um eine Kombination von Signalen handelt, die geeignet ist, sowohl vom Phasenbildner als auch vom Flankenfolgendetektor ausgewertet zu werden. Die Ausnutzung der erforderlichen Bauelemente ist optimiert. Dies beschleunigt auch die Auswertung der Signale oder erhöht die Genauigkeit. Die Art der Flanke, also ob es sich um eine steigende oder eine fallende handelt, ist zur Auswertung hier nicht erforderlich, vorteilhaft ist es aber, gleiche Flanken auszuwerten.

Erfnungsgemäß ist vorgesehen, Phasenbildner und Flankenfolgendetektor ineinander zu integrieren. Dies hat den Vorteil, daß bestimmte, gemeinsam nutzbare Funktionen nur einmal zu realisieren sind. Dies ermöglicht eine integrierte, platzsparende Bauweise.

Weiterhin ist ein Störungsindikator vorgesehen, welcher aus den ermittelten Flankenfolgen ein den Zustand des Geräts charakterisierendes Signal abgibt. Dies hat den Vorteil, daß das Gerät dem aktuellen Zustand entsprechend optimal betrieben wird.

Das erfundungsgemäße Verfahren zum Bestimmen eines korrekten Spurfehlersignals gemäß einer Phasendetektionsmethode besteht darin, daß die Abfolge der Flanken der Signale, deren relative Phase ausgewertet wird, beispielsweise

Diagonalsummensignale, auf unzulässige Abfolgen überprüft wird, und daß die Ausgabe eines Phasenwerts bei Vorliegen einer unzulässigen Abfolge unterbunden wird. Dies hat den Vorteil, daß das Spurfehlersignal sehr korrekt gebildet

5 wird, da die Ausgabe des Phasensignals nur dann unterbunden wird, wenn es mit hoher Wahrscheinlichkeit fehlerhaft ist. Dies wird dadurch erreicht, daß die Signale, aus denen direkt der Phasenwert gebildet wird, daraufhin überprüft werden, ob sie zu einem fehlerhaften Phasensignal führen

10 werden. Die Flanken werden dabei vorteilhafterweise anhand von Nulldurchgängen der auszuwertenden Signale bestimmt. Als Phasendetektionsmethode wird beispielsweise die oben beschriebene DPD-Methode verwendet. Die zu vergleichenden Signale sind dann die Diagonalsummensignale, als welche die

15 Signale, deren Phase detektiert wird, im folgenden benannt sind. Das erfindungsgemäße Verfahren ist aber auch auf andere Spurfehlersignal-Erzeugungsmethoden, bei denen eine Phaseninformation ausgewertet wird, anwendbar.

20 Eine Abfolge von mehr als zwei aufeinanderfolgenden Nulldurchgängen in einem der Diagonalsummensignale, ohne daß im gleichen Zeitraum ein Nulldurchgang im anderen Diagonalsummensignal auftritt, wird erfindungsgemäß als unzulässige Abfolge angesehen. Dies hat den Vorteil, daß es

25 sich hierbei um eine eindeutige Bedingung für eine unzulässige Flankenabfolge handelt. Beim Übergang des Abtaststrahls von einer Seite der Spurmitte zur anderen Seite treten in einem Diagonalsummensignal zwei aufeinanderfolgende Nulldurchgänge auf, ohne daß in diesem

30 Zeitraum ein Nulldurchgang im anderen Diagonalsummensignal auftritt. Dies ist eine zulässige Abfolge, hier wird ein korrektes Spurfehlersignal gebildet. Sobald allerdings drei aufeinanderfolgende Nulldurchgänge in einem der Diagonalsummensignale auftreten, bevor ein Nulldurchgang im

35 anderen Diagonalsummensignal auftritt, liegt ein Fehler vor. Der daraus abgeleitete Phasenwert ist im allgemeinen nicht korrekt.

Als unzulässige Abfolge wird erfindungsgemäß weiterhin angesehen, daß eine Abfolge von mehr als einem Nulldurchgangspaar innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne auftritt, wobei als Nulldurchgangspaar ein Nulldurchgang des 5 einen und ein kurz darauf erfolgender Nulldurchgang des anderen Diagonalsummensignals angesehen wird. Dies hat den Vorteil, daß die Genauigkeit der Bestimmung des Spurfehlersignals weiter erhöht wird. Beispielsweise beim Wechsel des Abtaststrahls von einer Spur zur nächsten Spur 10 des Aufzeichnungsträgers kommt es vor, daß von zwei unterschiedlichen Spuren herrührende Signalanteile ausgewertet werden. Die Flanken der Diagonalsummensignale treten dann zwar anscheinend in der korrekten Reihenfolge auf, weisen aber einen zu kurzen zeitlichen Abstand 15 voneinander auf. Ein derart kurzer zeitlicher Abstand kann aufgrund des Aufbaus des Aufzeichnungsträgers nicht auftreten, wenn nur Signalanteile einer einzigen Spur ausgewertet werden. Auch hierbei wird eine nicht korrekte Phasenlage bestimmt, die erfindungsgemäß nicht zur 20 Bestimmung des Spurfehlersignals herangezogen wird.

Tritt eine Häufung unzulässiger Abfolgen auf, so wird ein Fehlerindikationssignal erzeugt. Dies hat den Vorteil, daß das auf einen bestimmten Zustand des Systems hinweisende 25 Fehlerindikationssignal auf einfache Weise ableitbar ist. Besonders viele unzulässige Abfolgen treten auf, wenn sich der Abtaststrahl zwischen zwei Spuren befindet. Überschreitet die Häufigkeit einen bestimmten Wert, so wird ein Fehlerindikationssignal ausgegeben, welches den 30 Zwischenspur-Zustand anzeigt. Bei Vorhandensein von Kratzern oder sonstigen Beeinträchtigungen des Aufzeichnungsträgers treten ebenfalls charakteristische Häufungen unzulässiger Abfolgen auf, welche detektiert und als Fehlerindikationssignal ausgegeben werden.

35

Erfindungsgemäß ist weiterhin vorgesehen, die Diagonalsummensignale in einem vorgegebenen Takt auszuwerten. Dabei wird ein Nulldurchgang detektiert, wenn

von zwei aufeinanderfolgenden Werten eines Diagonalsummensignals der eine oberhalb und der andere unterhalb eines Referenzwerts liegt. Die zeitliche Lage dieses Nulldurchgangs wird anhand des oder der oberhalb bzw.

5 unterhalb des Referenzwerts liegenden Werte interpoliert.

Dies hat den Vorteil, daß keine ununterbrochene Auswertung der Diagonalsummensignale erfolgt, sondern digitalisierte Werte verwendbar sind. Durch die Interpolation wird dennoch eine genaue Bestimmung der Phasenlage durchgeführt. Takt und

10 Interpolationsmethode sind dabei geeignet aufeinander abzustimmen, bei großer Taktweite werden demnach

gegebenenfalls mehrere Werte vor und nach der Nullstelle in die Interpolation einbezogen, die dann vorzugsweise eine nicht lineare Interpolation ist.

15

Die Phase zwischen einem Nulldurchgang des einen Diagonalsummensignals und einem Nulldurchgang des anderen Diagonalsummensignals wird aus dem jeweiligen interpolierten Wert der zeitlichen Lage bestimmt. Falls mehrere komplette

20 Takte zwischen den Nulldurchgängen liegen, wird zudem ein der Anzahl dieser Takte entsprechender Wert addiert. Dies hat den Vorteil, daß die Genauigkeit des Werts der Phase

über die durch den Takt vorgegebene zeitliche Auflösung hinaus erhöht wird. Dadurch wird einerseits ein genaueres

25 Spurfehlersignal aufgrund der genaueren Phasenlage gebildet und andererseits die Erkennungsrate unzulässiger Abfolgen erhöht, da die höhere zeitliche Auflösung zu einer geringeren Anzahl von als zeitlich zusammenfallend interpretierten Nulldurchgängen führt.

30

Erfindungsgemäß ist vorgesehen, das Spurfehlersignal im Fall einer unzulässigen Abfolge der Nulldurchgänge in den Diagonalsummensignalen zu extrapolieren. Dabei wird im einfachsten Fall der zuletzt gültige Wert des

35 Spurfehlersignals gehalten. Eine lineare oder höhere Extrapolation aus den letzten Werten vor der unzulässigen Abfolge ist aber ebenfalls vorteilhaft möglich. Das Spurfehlersignal nimmt während des Nichtvorhandenseins eines

aktuellen Phasenwerts einen dem zu erwartenden nächsten berechneten Wert nahe kommenden Wert an. Dies hat den Vorteil, daß keine sprunghafte Änderung im Spurfehlersignal auftritt und somit eine sichere Spurführung gewährleistet ist.

Es versteht sich, daß die vorliegende Erfindung nicht nur auf die konkret angegebenen Ausführungen beschränkt ist, sondern auch im Können des Fachmanns liegende Abwandlungen und Weiterbildungen einschließt. Weitere Vorteile der Erfindung sind auch zu den bevorzugten Ausführungsbeispielen angegeben, die im Nachfolgenden anhand der Figuren beschrieben sind.

Dabei zeigen:

Fig. 1 einen Teil eines erfindungsgemäßen Geräts in schematischer Darstellung;

Fig. 2 einen Teil eines erfindungsgemäßen Geräts in schematischer Darstellung;

Fig. 3 in einem erfindungsgemäßen Gerät auftretende Diagonalsummensignale;

Fig. 4 ein Signaldiagramm in einem erfindungsgemäßen Gerät auftretender Signale;

Fig. 5 ein Zustandsdiagramm zum Funktionsablauf eines erfindungsgemäßen Geräts.

Fig. 6 einen Teil eines erfindungsgemäßen Geräts in schematischer Darstellung;

Fig. 7 einen Teil eines erfindungsgemäßen Geräts in schematischer Darstellung;

Fig. 1 zeigt einen Teil eines erfindungsgemäßen Geräts in schematischer Darstellung. Eine Laserdiode 1 gibt einen Abtaststrahl 2 ab, der von einem Kollimator 3 gebündelt wird. Nach Durchlaufen eines halbdurchlässigen Spiegels 4 wird der Abtaststrahl 2 von einer Fokuslinse 5 auf eine Informationsspur 6 eines optischen Aufzeichnungsträgers 7 fokussiert. Der optische Aufzeichnungsträger 7 weist die

Form einer Kreisscheibe auf, auf der sich eine spiralförmig angeordnete Informationsspur 6 befindet, von der in der Abbildung nur ein kleiner Teil dargestellt ist. Die Fokuslinse 5 ist mittels eines hier als Spule angedeuteten 5 Aktuators 8 zum Fokussieren parallel zur Ausbreitungsrichtung des Abtaststrahls 2 bewegbar und zum Spurnachführen in bezüglich des optischen Aufzeichnungsträgers 7 radialer Richtung. Der Aktuator 8 wird dazu von einem Regler 9 angesteuert.

10 Der auf die Informationsspur 6 fokussierte Abtaststrahl 2 wird vom optischen Aufzeichnungsträger 7 reflektiert, durchläuft die Fokuslinse 5 und wird vom halbdurchlässigen Spiegel 4 auf den Photodetektor, der im Ausführungsbeispiel 15 ein Vierquadrantendetektor 10 ist, gelenkt. Die Detektorelemente 10A, 10B, 10C und 10D des Vierquadrantendetektors 10 geben, je nach Intensität des auf sie fallenden Lichts, Detektorsignale A, B, C bzw. D ab. Die Signale A und C der diagonal angeordneten Detektorelemente 20 10A und 10C werden einem Diagonalsummensignalbildner 11 zugeführt, dessen Ausgangssignal das erste Diagonalsummensignal A+C ist. Die Detektorsignale B und D der diagonal angeordneten Detektorelemente 10B und 10D werden einem Diagonalsummensignalbildner 12 zugeführt, 25 dessen Ausgangssignal das zweite Diagonalsummensignal B+D ist. Erstes und zweites Diagonalsummensignal A+C und B+D werden einem Phasenbildner 13 zugeführt, der eine Phasenverschiebung zwischen seinen beiden Eingangssignalen als Phasendifferenzsignal  $\phi$  abgibt. Die 30 Diagonalsummensignale A+D und B+D werden weiterhin einem Flankenfolgendetektor 14 zugeführt, der die Abfolge von Flanken oder anderer, charakteristischer Merkmale der Diagonalsummensignale A+C und B+D prüft. Er gibt bei einer Abfolge, die einen Fehler andeutet, ein Stoppsignal H an 35 einen Blockierer 15 ab. Der Blockierer 15 unterbindet dann die Weitergabe des Phasendifferenzsignals  $\phi$  an einen Spurfehlersignal erzeuger 16. Ist der Blockierer 15 nicht aktiv, so erzeugt der Spurfehlersignal erzeuger 16 aus dem

Phasendifferenzsignal 4 ein Spurfehlersignal TE. Dieses wird dem Regler 9 als Ist-Wert zugeführt.

Ein Störungsindikator 25 ist an den Flankenfolgendetektor 14 angeschlossen und wertet die Häufung von fehlerhaften Abfolgen aus. Im Ausführungsbeispiel wird ihm das Stoppsignal H zugeführt. Treten pro Zeiteinheit mehr Stoppsignale H auf, als ein bestimmter vorgebbarer Wert, so gibt der Störungsindikator 25 ein Fehlerindikationssignal FI aus. Im einfachsten Fall ist der Störungsindikator 25 ein Zähler.

Die schematische Darstellung der Figur 1 gibt nur eine der möglichen Anordnungen der einzelnen Elemente des Geräts an. Beispielsweise kann der Blockierer 15 auch zwischen Spurfehlersignalerzeuger 16 und Regler 9 angeordnet sein. Der Spurfehlersignalerzeuger 16 kann in diesem Fall in den Phasendetektor 13 integriert sein. Es ist aber ebenfalls möglich, den Spurfehlersignalerzeuger 16 in den Regler 9 zu integrieren.

Der Spurfehlersignalerzeuger 16 der Figur 1 bildet nach einer Variante der Erfindung auch dann ein Spurfehlersignal TE, wenn der Blockierer 15 aktiviert ist, also kein aktualisiertes Phasendifferenzsignal  $\phi$  an seinem Eingang anliegt. Dazu wird nach einer ersten Variante das vorhergehende Spurfehlersignal TE gehalten, bis ein aktualisiertes Phasendifferenzsignal  $\phi$  anliegt. Nach einer anderen Variante wird zu jedem Takt das Spurfehlersignal TE aus den Werten des Spurfehlersignals der beiden vorhergehenden Takte linear extrapoliert.

Fig. 2 zeigt eine Variante eines erfindungsgemäßen Geräts bei dem Phasenbildner 13, Flankenfolgendetektor 14 und Blockierer 15 in einem korrigierenden Phasendifferenzdetektor 23 integriert sind. Gleiche Teile wie zu Figur 1 sind mit gleichen Bezugszeichen versehen. Dargestellt ist lediglich der Bereich, zwischen dem Vierquadrantendetektor 10 und dem Ausgang, an dem das

Phasendifferenzsignal  $\phi$  liegt. Die Diagonalsummensignale A+C und B+D liegen im Ausführungsbeispiel als digitale Werte mit beispielsweise 6 Bit Auflösung vor. Sie passieren jeweils ein FIR-Hochpaßfilter 17, 17' und werden einem  
5 Mittelwertbildner 18, 18' über ein Verzögerungsglied 19, 19' sowie einem Detektor 20, 20' direkt zugeführt. Auf die Hochpaßfilter 17, 17' kann unter gegebenenfalls nur geringen oder kaum feststellbaren Einschränkungen der Funktionalität des Geräts verzichtet werden. Das Ausgangssignal des  
10 Hochpaßfilters 17 ist mit  $a_n$  bezeichnet, das um einen Takt T verzögerte Signal ist mit  $a_{n-1}$  bezeichnet. Der vom Mittelwertbildner 18 abgegebene Mittelwert ist mit SL1 bezeichnet. Entsprechend sind die Ausgangssignale des Hochpaßfilters 17' mit  $b_n$ , des Verzögerungselementes 19' mit  
15  $b_{n-1}$  und des Mittelwertbildners 18' als Mittelwert SL2 bezeichnet.

Der Detektor 20 weist einen Flankendetektor 21 und einen Phasenlagendetektor 22 auf. Der Flankendetektor 21 gibt ein  
20 Signal E1 mit einem Bit Auflösung aus, wenn eine Flanke im ersten Diagonalsummensignal A+C auftritt. Dazu wertet der Flankendetektor 21 den Mittelwert SL1 und die Signale  $a_n$  und  $a_{n-1}$  aus. Das Flankensignal E1 ist nur dann von Null verschieden, wenn eines der Signale  $a_n$ ,  $a_{n-1}$  einen Wert  
25 größer als der Mittelwert SL1 annimmt, während das jeweils andere Signal  $a_{n-1}$  bzw.  $a_n$  einen Wert kleiner als der Mittelwert SL1 annimmt. Sind beide Signale  $a_n$  und  $a_{n-1}$  größer oder beide kleiner als der Mittelwert SL1 so bleibt das Flankensignal E1 auf dem Wert Null. Der  
30 Phasenlagendetektor 22 bestimmt die Zeit  $t_1$ , die zwischen dem Nulldurchgang des Diagonalsummensignals A+C und dem folgenden Takt T liegt. Die Zeit  $t_1$  wird im Ausführungsbeispiel als 4-Bit-Wert ausgegeben und ist ein Maß für die Phasenverschiebung des Diagonalsummensignals.  
35 Entsprechend bilden der Flankendetektor 21' und der Phasenlagendetektor 22' des Detektors 20' aus den Signalen  $b_n$  und  $b_{n-1}$  sowie dem Mittelwert SL2 die Ausgangswerte Flankensignal E2 und Zeit  $t_2$ .

Im korrigierenden Phasendifferenzdetektor 23 werden die Zeiten  $t_1$  und  $t_2$  sowie eine akkumulierte Taktzeit  $T_A$  vom Phasendetektor 13 zur Bestimmung des Phasendifferenzsignals  $\phi$  herangezogen. Der Flankenfolgendetektor 14 wertet die Flankensignale  $E_1$  und  $E_2$  sowie die logischen Ausdruck  $t_2 > t_1$  aus, um, falls erforderlich, den Blockierer 15 zu aktivieren. Nach einer Variante des Ausführungsbeispiels der Figur 2 ist ein Vergleicher 24 vorgesehen, der zusätzlich die Werte der Flankensignale  $E_1$ ,  $E_2$  vergleicht. Sein Ausgangssignal  $L_1=L_2$  gibt an, ob die Flankensignale  $E_1$ ,  $E_2$  im jeweiligen Vorzustand gleich oder ungleich waren. Dies weist, wie weiter unten zu Fig. 5 beschrieben, ebenfalls auf fehlerhafte Abfolgen hin.

In Figur 3 sind die Diagonalsummensignale  $A+C$  und  $B+D$  beispielhaft über der Zeit  $t$  aufgetragen. Die Unterteilungen der Zeitachse  $t$  entsprechen dem Takt  $T$ , in dem das digitalisierte Diagonalsummensignal  $A+C$  bzw.  $B+D$  ausgewertet wird. Die entsprechenden diskreten Werte des Diagonalsummensignals  $A+C$  bzw.  $B+D$  sind durch Punkte markiert. Die Diagonalsummensignale  $A+C$  bzw.  $B+D$  pendeln um den Mittelwert  $SL_1$  bzw.  $SL_2$ , der in Figur 3 der Einfachheit halber als konstant eingezeichnet ist, was einer großen Zeitkonstante des Mittelwertbildners 18 bzw.  $18'$  entspricht.

Im linken Teil der Figur 3 ist beispielhaft die Phasendifferenz  $\phi$  eingetragen, die zwischen den mit  $a$  bzw.  $b$  markierten Nulldurchgängen der Diagonalsummensignale  $A+C$  und  $B+D$  liegt. Da die Nulldurchgänge  $a$ ,  $b$  im allgemeinen nicht mit dem Takt  $T$  zusammenfallen, wird ihre zeitliche Lage, die Zeit  $t_1$  bzw.  $t_2$  vom nächstfolgenden Takt aus interpoliert. Im einfachsten Fall wird dazu eine lineare Interpolation anhand des der Nullstelle  $a$  folgenden Werts  $a_n$  und des der Nullstelle vorausgehenden Werts  $a_{n-1}$  sowie dem Takt  $T$  vorgenommen:  $t_1 = T * (a_n - a) / (a_n - a_{n-1})$ . Dabei wird für den Wert der Nullstelle  $a$  der Mittelwert  $SL_1$  angenommen:  $a = SL_1$ . Entsprechend wird die Zeit  $t_2$  aus dem der

Nullstelle  $b$  folgenden Wert  $b_m$  und dem ihr vorausgehenden Wert  $b_{m-1}$  bestimmt:  $t_2 = T * (b_m - b) / (b_m - b_{m-1})$ , wobei auch hier für die Nullstelle  $b = SL2$  gesetzt ist. Die Indizes  $m$  und  $n$  stehen hier für eine fortlaufende Numerierung der einzelnen Takte, zwischen den Werten  $a_n$  und  $b_m$  liegen somit  $(m - n)$  Takte. Die Ermittlung der Zeiten  $t_1$  und  $t_2$  erfolgt 5 durch den Phasenlagendetektor 22 bzw. 22'.

Die Phasendifferenz  $\phi$  wird bestimmt aus der Zeit  $t_1$  und der 10 Summe der zwischen  $a_n$  und  $b_m$  liegenden Taktzeiten  $T$  abzüglich der Zeit  $t_2$ :  $\phi = t_1 + (m - n) * T - t_2$ . Diese Bestimmung erfolgt im Phasendifferenzdetektor 23 in dem der Phasenbildner 13 das Phasendifferenzsignal  $\phi$  ermittelt. Die 15 Anzahl der Takte  $T$  wird im Folgenden auch als akkumulierte Zeit  $T_A$  mit  $T_A = (m - n) * T$  bezeichnet.

In Figur 3 ist ein Wechsel der Phasenlage der Diagonalsummensignale  $A+C$  und  $B+D$  zueinander abgebildet: Im linken Teil der Figur 3 eilt das erste Diagonalsummensignal 20  $A+C$  vor, im rechten Teil eilt das zweite Diagonalsummensignal  $B+D$  vor. Im rechten Teil der Figur ist ein weiteres Phasendifferenzsignal  $\phi'$  eingezeichnet. Es setzt sich aus der Zeit  $t_1'$  abzüglich der Summe der zwischen 25 den Nullstellen liegenden Taktzeiten und abzüglich der Zeit  $t_2'$  zusammen:  $\phi' = t_1' + (m - n) * T - t_2'$ . Der Wert  $m$  ist in diesem Fall kleiner als der Wert  $n$ .

Im Flankendetektor 21 wird geprüft, ob zwei 30 aufeinanderfolgende digitalisierte Werte  $a_n$ ,  $a_{n-1}$  des Diagonalsummensignals  $A+C$  größer als der Mittelwert  $SL1$  sind: Die Ungleichungen  $a_n > SL1$  und  $a_{n-1} > SL1$  werden geprüft. Wenn beide Aussagen das gleiche Ergebnis liefern, so liegt kein Nulldurchgang vor, liefern sie unterschiedliche Ergebnisse, so liegt ein Nulldurchgang vor 35 und das Flankensignal  $E1$  wird vom Wert Null auf den Wert Eins gesetzt.

Figur 4 zeigt ein Signaldiagramm von Signalen, die in einem erfindungsgemäßen Gerät auftreten. Über der Zeit  $t$  sind von oben nach unten aufgetragen das Flankensignal  $E_1$ , das Flankensignal  $E_2$ , eine akkumulierte Phase  $\varphi_A$ , die sich aus den Zeiten  $t_1$ ,  $t_2$  und der akkumulierten Zeit  $T_A$  zusammensetzt, und das ausgegebene Phasendifferenzsignal  $\varphi$ .

Die Flankensignale  $E_1$ ,  $E_2$  wechseln ihren Wert, wenn im entsprechenden Diagonalsummensignal  $A+C$ ,  $B+D$  ein Nulldurchgang auftritt. In Figur 4 ist eine gestörte Flankenfolge dargestellt: Zwischen zwei Wechseln im Wert des Flankensignals  $E_1$  liegen vier Wechsel im Flankensignal  $E_2$ . Nach dem ersten Wechsel im Flankensignal  $E_1$  wird die Zeit  $t_1$  zum Wert der akkumulierten Zeit  $T_A$ , der zuvor Null war, addiert. Beim darauf folgenden Wechsel des Flankensignals  $E_2$ , welches im Beispiel nach einem Takt  $T$  erfolgt wird eine Taktzeit  $T$  zur akkumulierten Phase  $\varphi_A$  addiert und die Zeit  $t_2$  davon subtrahiert. Die so akkumulierte Phase  $\varphi_A$  wird dann als Phasendifferenzsignal  $\varphi$  ausgegeben und anschließend zu Null zurückgesetzt. Beim nächsten Übergang des Signals  $E_2$  wird die Zeit  $t_2$  von der akkumulierten Phase  $\varphi_A$ , deren Wert zuvor auf Null gesetzt worden war, abgezogen. Mit jedem weiteren Takt wird die Taktzeit  $T$  von der akkumulierten Phase  $\varphi_A$  abgezogen. Die nächste folgende Flanke tritt im zweiten Diagonalsummensignal  $B+D$  auf, das Flankensignal  $E_2$  wechselt. Hierbei handelt es sich um eine unzulässige Abfolge, der Flankenfolgendetektor 14 unterbindet daher mittels des Blockierers 15 die Ausgabe eines der akkumulierten Phase  $\varphi_A$  entsprechenden Phasendifferenzsignals  $\varphi$ . Gleichzeitig wird die akkumulierte Phase  $\varphi_A$  zu Null gesetzt. Beim nächsten Wechsel im Flankensignal  $E_2$  wird wieder mit dem Akkumulieren der Zeiten  $t_1$ ,  $t_2$  und  $T$  begonnen. Mit Auftreten des Wechsels im Flankensignal  $E_1$  wird die Zeit  $t_1$  zur akkumulierten Phase  $\varphi_A$  addiert, ein entsprechendes Phasendifferenzsignal  $\varphi'$  wird ausgegeben, anschließend wird die akkumulierte Phase  $\varphi_A$  zu Null gesetzt.

Figur 5 zeigt ein Zustandsdiagramm zum Funktionsablauf eines erfindungsgemäßen Geräts. Unterschiedliche Zustände S0 bis S5 sind als umrandete Felder angegeben, in deren Innerem die im jeweiligen Zustand vom korrigierenden

5 Phasendifferenzdetektor 23 ausgeführten Operationen angegeben sind. Die Pfeile zwischen den Zuständen sind mit Bedingungen versehen, unter denen in Pfeilrichtung von einem zum anderen Zustand gewechselt wird.

10 Im Folgenden soll mit der Beschreibung des Zustands S0 beginnend das Prinzip des Zustandsdiagramms beschrieben werden, ohne auf jede Einzelheit einzugehen, die sich aus der Prinzipbeschreibung und den im Zustandsdiagramm enthaltenen Angaben nachvollziehen lässt.

15 Die im Zustand S0 ausgeführten Operationen sind das Zurücksetzen des Werts der akkumulierten Zeit  $T_A$  und derjenigen der Zeiten  $t_1$ ,  $t_2$  auf den Wert Null. Tritt innerhalb des nächsten Takts keine Änderung in den 20 Flankensignalen E1, E2 auf, so wird der Zustand S0 beibehalten. Dies ist durch den auf der rechten Seite des den Zustand S0 repräsentierenden Feldes befindlichen Pfeil angedeutet. Dieser beginnt und endet im Zustand S0, er trägt keine Bedingungsangabe. Ändern sich dagegen beide 25 Flankensignale E1 und E2, ausgehend vom Zustand S0, so wird zum Zustand S1 übergegangen. Dies ist durch den vom Zustand S0 zum Zustand S1 weisenden Pfeil, der mit den Bedingungen E1 und E2 beschriftet ist, verdeutlicht. Ändert sich, ausgehend vom Zustand S0, lediglich das Flankensignal E1, so 30 wird zum Zustand S2 übergegangen. Dies ist durch den vom Zustand S0 zum Zustand S2 weisenden Pfeil mit der dort angegebenen Bedingung E1 verdeutlicht. Entsprechend wird vom Zustand S0 zum Zustand S3 verzweigt, wenn innerhalb eines 35 Taktes lediglich das Flankensignal E2 wechselt. Auch dies ist mittels eines entsprechenden, mit der Bedingung E2 versehenen Pfeils verdeutlicht.

Die am den Zustand S0 repräsentierenden Feld endenden Pfeile geben an, unter welchen Bedingungen von den anderen

Zuständen zum Zustand S0 übergegangen wird. Ein derartiger Übergang erfolgt vom Zustand S1 aus, wenn innerhalb einer Taktperiode keine Änderung in den Flankensignalen E1, E2 auftritt. Vom Zustand S2 wird zum Zustand S0 verzweigt, wenn 5 innerhalb einer Taktperiode eine Änderung nur im Flankensignal E1 auftritt. Von Zustand S3 wird zu Zustand S0 übergegangen, wenn innerhalb einer Taktperiode nur im Flankensignal E2 ein Übergang stattfindet. Ein Übergang vom Zustand S4 zum Zustand S0 findet statt, wenn innerhalb einer 10 Taktperiode nur eine Änderung des Flankensignals E1 erfolgt. Von Zustand S5 erfolgt ein Übergang zu Zustand S0, wenn eine Änderung nur im Flankensignal E2, nicht aber im Flankensignal E1 auftritt.

15 Im Zustand S1 wird pro Takt zunächst ein Phasendifferenzsignal  $\phi$  ausgegeben. Es wird gemäß der Formel  $\phi = t_1 + T_A - t_2$  bestimmt, wobei  $t_1$ ,  $t_2$  und  $T_A$  die in einem oder mehreren der vorhergehenden Takte bestimmten Werte annehmen. Anschließend an die Ausgabe des 20 Phasendifferenzsignals  $\phi$  erfolgt ein Rücksetzen von  $t_1$ ,  $t_2$  und  $T_A$  auf den Wert 0. Dies ist durch die Angabe des Buchstabens  $\phi$  sowie der Definitionen  $t_1 := 0$ ,  $t_2 := 0$  und  $T_A := 0$  in dem den Zustand S1 repräsentierenden Feld verdeutlicht. Wenn also der Zustand S1 vom Zustand S0 aus 25 erreicht würde, so hat die akkumulierte Zeit  $T_A$  den im Zustand S0 gesetzten Wert  $T_A = 0$ . Die Zeiten  $t_1$  und  $t_2$  haben in diesem Fall Werte, die zu den entsprechenden Nulldurchgängen bestimmt wurden, die auch den Wechsel in den Flankensignalen E1 und E2 bedingt haben. Die vom Zustand S1 30 ausgehenden bzw. im Zustand S1 endenden Übergänge sind durch mit Bedingungen versehene Pfeile, wie zum Zustand S0 beschrieben, verdeutlicht.

35 Im Zustand S2 wird die akkumulierte Zeit  $T_A$  nach jedem Takt um die Taktzeit  $T$  erhöht. Damit wird die weiter oben beschriebene Summe  $(m-n)*T$  der Takte, die zwischen dem Auftreten des Flankensignals E1 und dem darauf folgenden Wechsel im Flankensignal E2 liegen, gebildet. Die Zeit  $t_2$

wird im Zustand S2 zu Null gesetzt, da bei korrekter Abfolge der Nulldurchgänge an den Zustand S2 anschließend ein Übergang des Flankensignals E2 und somit eine neue Zeit  $t_2$  zu erwarten ist. Tritt in einem Folgetakt ein Übergang 5 lediglich im Flankensignal E2 auf, so wird vom Zustand S2 zum Zustand S1 übergegangen. Tritt dagegen ein Übergang lediglich im Flankensignal E1 auf, so entspricht das einer nicht korrekten Flankenfolge, es wird daher zum Zustand S0 übergegangen. Die bis dahin akkumulierte Zeit  $T_A$  und die 10 Zeiten  $t_1$  und  $t_2$  werden in diesem Fall nicht weiter berücksichtigt. Eine Besonderheit des Zustands S2 im Vergleich zu den Zuständen S0 und S1 ist, daß dann, wenn innerhalb eines Taktes beide Flankensignale E1 und E2 ihren Zustand wechseln, auch deren Abfolge oder Reihenfolge zur 15 Bestimmung des nächstfolgenden Zustands in Betracht gezogen wird. Tritt der Wechsel im Flankensignal E1 vor demjenigen im Flankensignal E2 auf, d.h. ist die Zeit  $t_1$  größer als die Zeit  $t_2$ , so liegt eine nicht korrekte Abfolge vor, es wird zum Zustand S7 übergegangen. Tritt dagegen der Übergang im 20 Flankensignal E2 vor demjenigen im Flankensignal E1 auf, also ist  $t_1$  kleiner als  $t_2$  so wird zu Zustand S4 verzweigt. Eine ähnliche Überprüfung der Reihenfolge des Auftretens der Übergänge in den Flankensignalen E1 und E2, die im gleichen Takt auftreten, erfolgt vom Zustand S3 aus. Bei einer nicht 25 korrekten Abfolge, d.h. wenn der Übergang im Flankensignal E2 vor demjenigen im Flankensignal E1 auftritt, so wird zu Zustand S6 übergegangen, bei umgekehrter Reihenfolge wird zum Zustand S5 verzweigt. Im Zustand S3 wird mit jedem Takt die akkumulierte Zeit  $T_A$  um eine Taktzeit T vermindert, die 30 Zeit  $t_1$  wird zu Null gesetzt.

Im Zustand S4 wird das Phasendifferenzsignal  $\phi$  entsprechend der Formel  $\phi = t_1 + T_A - t_2$  ausgegeben, anschließend wird die akkumulierte Zeit  $T_A$  auf den Wert einer Taktzeit T gesetzt, die Zeit  $t_2$  wird zu Null gesetzt. Auch vom Zustand 35 S4 ausgehend wird, bei Vorliegen eines Übergangs sowohl im Flankensignal E1 als auch im Flankensignal E2 deren Abfolge berücksichtigt. Tritt im folgenden Takt zunächst ein Wechsel

im Flankensignal E2 und dann im Flankensignal E1 auf, so wird auch im nächsten Takt der Zustand S4 beibehalten. Bei umgekehrter Reihenfolge wird zum Zustand S3 übergegangen. Entsprechendes gilt für den Zustand S5, in dem bei korrekter 5 Abfolge zunächst ein Wechsel im Flankensignal E1 zu erwarten ist. Bei nicht korrekter Reihenfolge, wenn also zunächst ein Wechsel im Flankensignal E2 auftritt, so wird entweder zum Zustand S0 verzweigt, wenn innerhalb eines Taktes nur das Flankensignal E2 gewechselt hat. Wenn beide Flankensignale 10 E2 und E1 gewechselt haben, so wird zum Zustand S2 verzweigt.

Nach einer Variante der Erfindung enden, anders als in Figur 5 dargestellt, die von S4, S5 ausgehenden Pfeile mit der Bedingung, daß Flankensignal E1 und Flankensignal E2 beide innerhalb eines Taktes wechseln, im Zustand S0. Dabei wird der Annahme Rechnung getragen, daß bei einer sehr kurzen zeitlichen Abfolge von Wechseln im Flankensignal, und damit von Nulldurchgängen, ein Fehler vorliegen muß, die 15 resultierenden Informationen also höchstwahrscheinlich fehlerhaft sind und daher nicht ausgewertet werden sollten. 20

Die Zustände S6 und S7 mit zugehörigen Übergängen werden hier im einzelnen nicht näher beschrieben, da sich dies aus 25 den Angaben in der Figur sowie der oben angegebenen Beschreibung der anderen Zustände und Übergänge nachvollziehen läßt.

Beim Ausführungsbeispiel gemäß Zustandsdiagramm nach Figur 5 30 wird zuverlässig erkannt, ob unerlaubte Reihenfolgen von Flanken aufgetreten sind. Im Fall eines falschen Startzustandes bleibt die Folge der Folgezustände jedoch immer falsch. Dies wird durch die Einführung eines weiteren Eingangssignals  $L_1=L_2$ , siehe auch Figur 2, vermieden. Das 35 Eingangssignal gibt an, ob die Flankensignale E1, E2 im jeweiligen Vorzustand gleich oder ungleich waren. In den Zuständen S0 und S1 sollten die Werte der Flankensignale gleich sein, in den Zuständen S2 bis S7 sollten sie ungleich sein. Eine Verletzung dieser Regel weist auf einen falschen

Vorzustand hin. Da nicht eindeutig ist, welcher Vorzustand richtig ist, ist gemäß dieser, in der Abbildung nicht explizit eingezeichneten Variante, das Rücksetzen auf einen vorbestimmten Folgezustand für den Fehlerfall, hier auf Zustand S0, vorgesehen.

Figur 6 zeigt eine alternative Ausgestaltung zur Auswertung der Detektorsignale A,B,C,D. Hier wird jedes der Detektorsignale A,B,C,D einzeln einem Detektor 10 20A, 20B, 20C, 20D zugeführt, welcher entsprechend den oben beschriebenen Detektoren 20, 20', ein Flankenpositionssignal abgibt. Das Flankenpositionssignal enthält sowohl die Information über das Auftreten einer Flanke, entsprechend dem Flankensignal E1, E2, als auch die Information über 15 dessen zeitliche Lage, entsprechend den Zeiten  $t_1$ ,  $t_2$ . Die Flankenpositionssignale der Detektoren 20A, 20B werden einem ersten korrigierenden Phasendifferenzdetektor 23' zugeführt, welcher ein Phasendifferenzsignal  $\phi'$  abgibt. Die Bestimmung dieses Signals erfolgt beispielsweise wie oben beschrieben. 20 Ein entsprechendes Phasendifferenzsignal  $\phi''$  wird vom Phasendifferenzdetektor 23" abgegeben, der die Flankenpositionssignale der Detektoren 20C und 20D auswertet. Obwohl bereits eines der Phasendifferenzsignale  $\phi'$ ,  $\phi''$  zur Bestimmung eines Spurfehlersignals TE ausreicht, 25 werden die beiden Signale gemäß Fig. 6 nochmals verknüpft und als Phasendifferenzsignal  $\phi$  ausgegeben. Die Verknüpfung besteht im einfachsten Fall in einer Summenbildung.

Figur 7 zeigt einen Teil einer weiteren Variante eines 30 erfindungsgemäßen Geräts in schematischer Darstellung. Hierbei werden die Detektorsignale A,B,C,D jeweils einzeln Detektoren 20A, 20B, 20C, 20D zugeführt. Deren Ausgangssignale, die Flankenpositionssignale, werden dabei einem Vergleicher 24' zugeführt der anhand einer geeigneten 35 Auswertung der Zustände ein Phasendifferenzsignal  $\phi$  bestimmt.

Die Erfindung betrifft also Spurhaltungssysteme in Abspielgeräten für DVD-Movie, DVD-ROM, DVD-RW, DVD-R, CD, CD-ROM, CD-RW, CD-R und andere, sowie entsprechende Aufzeichnungsgeräte. Oft werden in den heutigen

5 Abspielgeräten zur Spurhaltung gemäß der DPD-Methode zur Ermittlung des zeitlichen Abstands der Flanken der Diagonalsummensignale A+C und B+D ein konventioneller Phasendetektor eingesetzt. Dieser Phasendetektor soll den Abstand zwischen zwei Flanken seiner beiden Eingangssignale

10 ermitteln. Er gibt beispielsweise an einem seiner zwei Ausgänge einen Impuls aus, der der Zeitdifferenz zwischen den Flanken an seinen Eingängen entspricht. Speziell bei der Verwendung eines Phasendetektors zur Spurhaltung gemäß der DPD-Methode kann es vorkommen, daß die Eingangssignale A+C

15 und B+D nicht paarweise wechseln. Ein üblicher Phasendetektor kann dies nicht erkennen und gibt in solchen Fällen falsche Pulslängen an seinen Ausgängen aus. Die Ausgabe solcher falscher Pulslängen wird gemäß der Erfindung unterdrückt.

20 Die zeitlichen Abstände der Flanken der beiden Diagonalsummensignale A+C, B+D sind ein Maß für die Spurabweichung des Abtaststrahls 2. Wenn der Abtaststrahl 2 genau die Spurmitte einer Informationsspur 6 erfaßt, haben

25 die Diagonalsummensignale A+C und B+D idealerweise die gleiche Form bzw. Abfolge. Dies bedeutet, daß die Signale A+C und B+D zur gleichen Zeit steigende bzw. fallende Flanken haben. Das Ausgangssignal eines konventionellen Phasenkomparators ist in diesem Fall Null.

30 Falls der Abtaststrahl 2 eine konstante, aber geringe Verschiebung zur Spurmitte aufweist, so ist die Abfolge der Diagonalsummensignale A+C und B+D noch gleich, aber die Flanken dieser Signale treten nicht mehr gleichzeitig auf.

35 Tritt beispielsweise die positive oder die negative Flanke des Signals A+C vor derjenigen des Signals B+D auf, so wird das Zeitintervall zwischen den Flanken als Phasendifferenzsignal  $\phi$  durch den Phasenkomparator

ermittelt. Die Reihenfolge der Eingangsflanken ist dabei im Vorzeichen des Werts des Phasendifferenzsignals  $\varphi$  sichtbar. Der Phasenkomparator gibt also einen der Spurabweichung proportionalen Wert für das Phasendifferenzsignal  $\varphi$  aus, 5 wobei die Polarität dieses Werts die Richtung der Spurabweichung angibt und der Betrag die Entfernung aus der Spurmitte. Der Wert des Phasendifferenzsignals  $\varphi$  liegt als Digitalwert vor, eine Darstellung oder Umrechnung in eine 10 andere Darstellung wie Zweierkomplement, Offset-Binary, oder ähnliche, ist daher möglich.

Auf einem Aufzeichnungsträger 7 liegen viele 15 Informationsspuren 6 nebeneinander. Das Spurfehlersignal TE ist daher beim Überqueren mehrerer Spuren ein periodisches Signal. Bewegt sich beispielsweise der Abtaststrahl 2 auf den Bereich zwischen zwei Spuren zu, also von einer Spurmitte weg, so erhöht sich der Wert des 20 Spurfehlersignals  $\varphi$  und damit der Wert des Spurfehlersignals  $\varphi$ . Dies geschieht so lange, wie der 25 Abtaststrahl 2 die Informationsspur 6, von der er sich weg bewegt, noch detektieren kann. Befindet sich der Abtaststrahl 2 genau zwischen zwei Spuren, so ist die Abfolge der Flanken der Diagonalsummensignale A+C und B+D nicht sicher, da der Abtaststrahl 2 ein Gemisch von Signalen aus zwei Spuren erfaßt. Die Abfolge der Flanken erscheint 30 hier eher zufällig und das resultierende Spurfehlersignal TE geht auf kleine Werte zurück. Bewegt sich der Abtaststrahl 2 weiter auf die nächste Spur zu, so ist die Abfolge der von der nächsten Spur herrührenden Flanken wieder definiert, und der Wert des Spurfehlersignals TE zeigt die jetzt gültige Spurabweichung.

Wie oben beschrieben, unterscheidet sich die Abfolge der 35 Eingangssignale von Spurmitte zum Bereich zwischen zwei Spuren dadurch, daß die Abfolge der Flanken der Diagonalsummensignale A+C und B+D auf der Informationsspur 6 gleichmäßig ist und nur eine der Spurabweichung

proportionale Verschiebung zeigt. Zwischen den Spuren jedoch ist die Abfolge der Diagonalsummensignale A+C und B+D eher zufällig, da der Abtaststrahl 6 hier ein Gemisch von Signalen aus zwei Spuren erfaßt. Es treten hier keine 5 paarigen Flanken von der Diagonalsummensignale A+C und B+D auf. Erfahrungsgemäß werden Ausgabewerte für das Phasendifferenzsignal  $\phi$  unterdrückt, die von solchen falsch liegenden Flanken ausgehen würden. Das Zustandsdiagramm gemäß Figur 5 zeigt beispielhaft, ob eine High-Low Folge 10 eines Eingangssignals, beispielsweise des Diagonalsummensignals A+C, ebenfalls in dem jeweils anderen Signal, hier B+D, enthalten ist. Dabei darf die Reihenfolge maximal einer Flanke des einen Signals zur Flanke im anderen Signal wechseln. Wechseln mindestens zwei Flanken 15 hintereinander ihre Reihenfolge bezüglich des jeweils anderen betrachteten Signals, so ist dies eine Verletzung der erlaubten Reihenfolge und bewirkt, daß der ermittelte Wert des Phasendifferenzsignals  $\phi$  nicht ausgegeben wird.

20 Ein Fall wie oben beschrieben kann zusätzlich darauf hinweisen, daß sich der Abtaststrahl 2 zwischen den Spuren befindet. Da die unerlaubten Reihenfolgen zwischen den Spuren nicht grundsätzlich, aber gehäuft auftreten, wird hier eine Filterung mit Hilfe eines Zählers oder anderer 25 Techniken durchgeführt, um dies sicher zu erkennen. Eine grundsätzliche Möglichkeit besteht darin, die in einer Folge von  $n$  Flanken vorhandenen unerlaubten Flankenreihenfolgen v statistisch auszuwerten und bei Unterschreiten eines vorbestimmten Wertes  $u=n-v$  ein Fehlerindikationssignal FI 30 auszugeben, das den Bereich zwischen den Spuren kennzeichnet. Fällt der Anteil der gültigen Sequenzen  $n-v$  innerhalb der Gesamtanzahl  $n$  betrachteter Sequenzen unter einen vorbestimten Wert  $u$ , so liegt ein Abtasten zwischen zwei Spuren vor. Des Weiteren kann das 35 Fehlerindikationssignal FI auch zeigen, ob die Reihenfolge der Flanken der Signale A+C und B+D wegen eines Kratzers oder einer anderen Fehlerursache auf dem Aufzeichnungsträger 7 gestört ist. Weitere Methoden, die eine statistische

Auswertung der Anzahl von ungültigen Flanken erlauben, wie beispielsweise Auswertung pro Zeiteinheit oder im Verhältnis zu einer vorbestimmten Gesamtzahl von Flanken, liegen im Rahmen der Erfindung. Auch weitere, von den

5 Ausführungsbeispielen abweichende Zustandsmaschinen oder in einem Programm realisierte Algorithmen zur Erkennung unerlaubter Flankenfolgen und zur Unterdrückung der Ausgabe des ermittelten Phasenwerts liegen im Rahmen der vorliegenden Erfindung, wie auch eine auf andere Art und

10 Weise erfolgende Auswertung der Flankenfolgenverletzung.

## Patentansprüche

- 1) Gerät zum Lesen und/oder Schreiben optischer Aufzeichnungsträger, aufweisend einen Photodetektor (10), mit mindestens zwei Detektorelementen (A,B,C,D) und einen Phasenbildner (13) zum Detektieren eines Phasenunterschieds ( $\phi$ ) von Ausgangssignalen (A,B,C,D,A+C,B+D) des Photodetektors (10), dadurch gekennzeichnet, daß das Gerät einen Flankenfolgendetektor (14) zum Detektieren der Abfolge von Flanken der Ausgangssignale (A,B,C,D,A+C,B+D) aufweist und einen Signalblockierer (15) zum Blockieren des Ausgangssignals ( $\phi$ ) des Phasendetektors (13).
- 15 2) Gerät nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß der Signalblockierer (15) ein vom Ausgangssignal ( $\phi$ ) des Phasendetektors (13) abgeleitetes oder ein zum Bilden dieses Ausgangssignals ( $\phi$ ) verwendetes Signal blockiert.
- 20 3) Gerät nach einem der Ansprüche 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß es Diagonalsummensignalbildner (11,12) aufweist, deren Eingänge mit Detektorelementen (10A,10B,10C,10D) des Photodetektors (10) verbunden sind, und die das Ausgangssignal (A+C, B+D) abgeben.
- 25 4) Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß es Flankendetektoren (21,21') und Phasenlagendetektoren (22,22') aufweist, denen die Ausgangssignale (A,B,C,D,A+C,B+D) zugeführt werden, und deren Ausgänge mit dem Phasendetektor (13) und dem Flankenfolgendetektor (14) verbunden sind.
- 30 5) Gerät nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß Phasenbildner (13) und Flankenfolgendetektor (14) integriert sind.
- 35 6) Gerät nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Störungsindikator (25) vorhanden

ist, der mit einem Ausgang des Flankenfolgendetektors (14) verbunden ist.

- 7) Verfahren zum Bestimmen eines korrekten Spurfehlersignals (TE) gemäß einer Phasendetektions-Methode, gekennzeichnet durch Überprüfen der Abfolge der Nulldurchgänge (a,b) von Signalen (A,B,C,D,A+C,B+D), deren Phase detektiert wird, auf unzulässige Abfolgen und Unterbinden der Ausgabe eines Phasenwerts ( $\phi$ ) bei Vorliegen einer unzulässigen Abfolge.
- 8) Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abfolge von mehr als zwei aufeinanderfolgenden Nulldurchgängen des einen Signals (A,B,C,D,A+C, B+D) ohne Auftreten eines Nulldurchgangs im anderen Signal (A,B,C,D,B+D, A+C) eine unzulässige Abfolge ist.
- 9) Verfahren nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß eine Abfolge von mehr als einem Nulldurchgangspaar innerhalb einer vorgegebenen Zeitspanne, wobei ein Nulldurchgangspaar aus einem Nulldurchgang des einen Signals (A,B,C,D,A+C, B+D) und einen darauf folgenden Nulldurchgang des anderen Signals (A,B,C,D,B+D, A+C) besteht, eine unzulässige Abfolge ist.
- 10) Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, daß in Abhängigkeit von der Häufung unzulässiger Abfolgen ein Fehlerindikationssignal (FI) erzeugt wird.
- 11) Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Signale (A,B,C,D,A+C,B+D) in einem vorgegebenen Takt (T) ausgewertet werden, wobei ein Nulldurchgang (a,b) vorliegt, wenn von zwei aufeinanderfolgenden Werten ( $a_n, a_{n-1}, b_n, b_{n-1}$ ) des Signals (A,B,C,D,A+C, B+D) der eine oberhalb und der andere unterhalb eines Referenzwerts (SL1, SL2) liegen, und die zeitliche Lage des Nulldurchgangs (a,b) anhand

dieser beiden Werte ( $a_n$ ,  $a_{n-1}$ ,  $b_n$ ,  $b_{n-1}$ ) interpoliert wird.

- 12) Verfahren nach Anspruch 11, dadurch gekennzeichnet, daß die Phase ( $\phi$ ) zwischen einem Nulldurchgang ( $a, b$ ) des einen Signals ( $A, B, C, D, A+C, B+D$ ) und einem Nulldurchgang ( $b, a$ ) des anderen Signals ( $A, B, C, D, B+D, A+C$ ) aus der jeweiligen interpolierten zeitlichen Lage ( $t_1, t_2$ ) sowie der Anzahl der Takte ( $T_A$ ), die zwischen den Nulldurchgängen ( $a, b$ ) liegen, bestimmt wird.
- 13) Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß das Spurfehlersignal (TE) im Fall einer unzulässigen Abfolge extrapoliert wird.
- 14) Verfahren nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß die Phasendetektionsmethode die Differenzielle-Phasen-Detektions-Methode ist, wobei die zu vergleichenden Signale die Diagonalsummensignale ( $A+C, B+D$ ) sind.

**Zusammenfassung****Gerät zum Lesen oder Beschreiben optischer  
Aufzeichnungsträger**

5

Die vorliegende Erfindung betrifft ein Gerät zum Lesen und/oder Schreiben optischer Aufzeichnungsträger, welches einen Photodetektor (10), und einen Phasendetektor (13) zum Detektieren eines Phasenunterschieds ( $\phi$ ) von Ausgangssignalen (A+C, B+D) des Photodetektors (10) aufweist.

10 Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es, ein Gerät vorzuschlagen, bei dem ein möglichst korrektes Phasensignal (φ) erzeugt wird. Eine weitere Aufgabe der Erfindung liegt 15 darin, ein Verfahren anzugeben, mittels dessen anhand einer Phasendetektionsmethode ein korrektes Spurfehlersignal (TE) bestimmt wird.

20 Erfindungsgemäß weist das Gerät dazu einen Flankenfolgendetektor (14) zum Detektieren der Abfolge von Flanken der Ausgangssignale (A+C, B+D) auf sowie einen Signalblockierer (15) zum Blockieren des Ausgangssignals (φ) des Phasendetektors (13).

25

Fig. 1

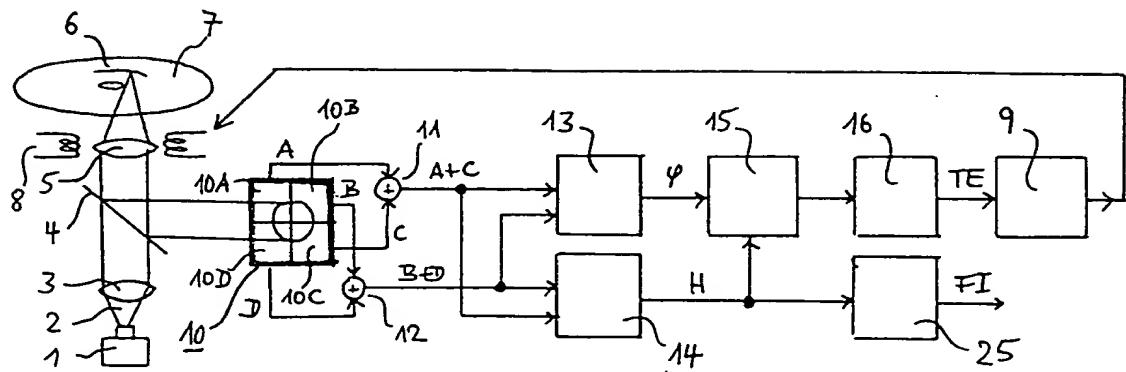


Fig. 1

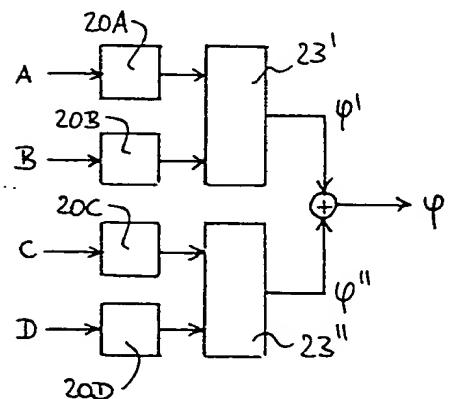


Fig. 6

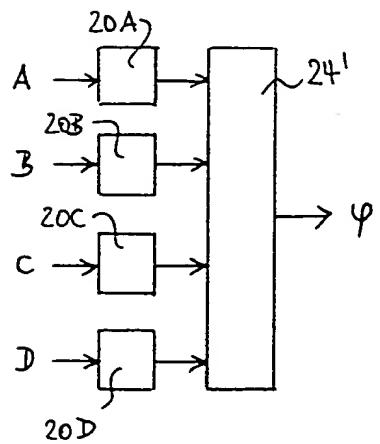


Fig. 7

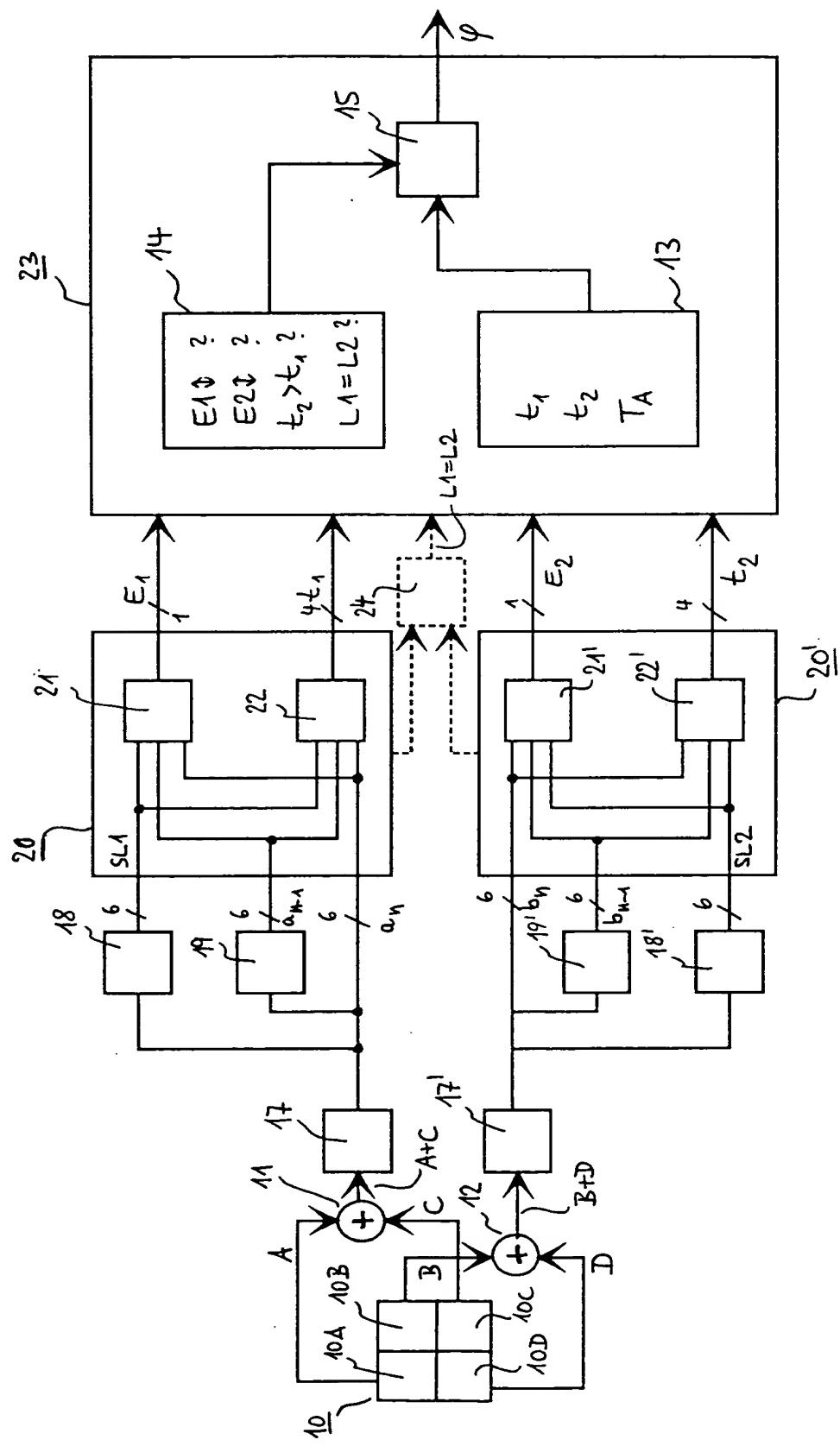
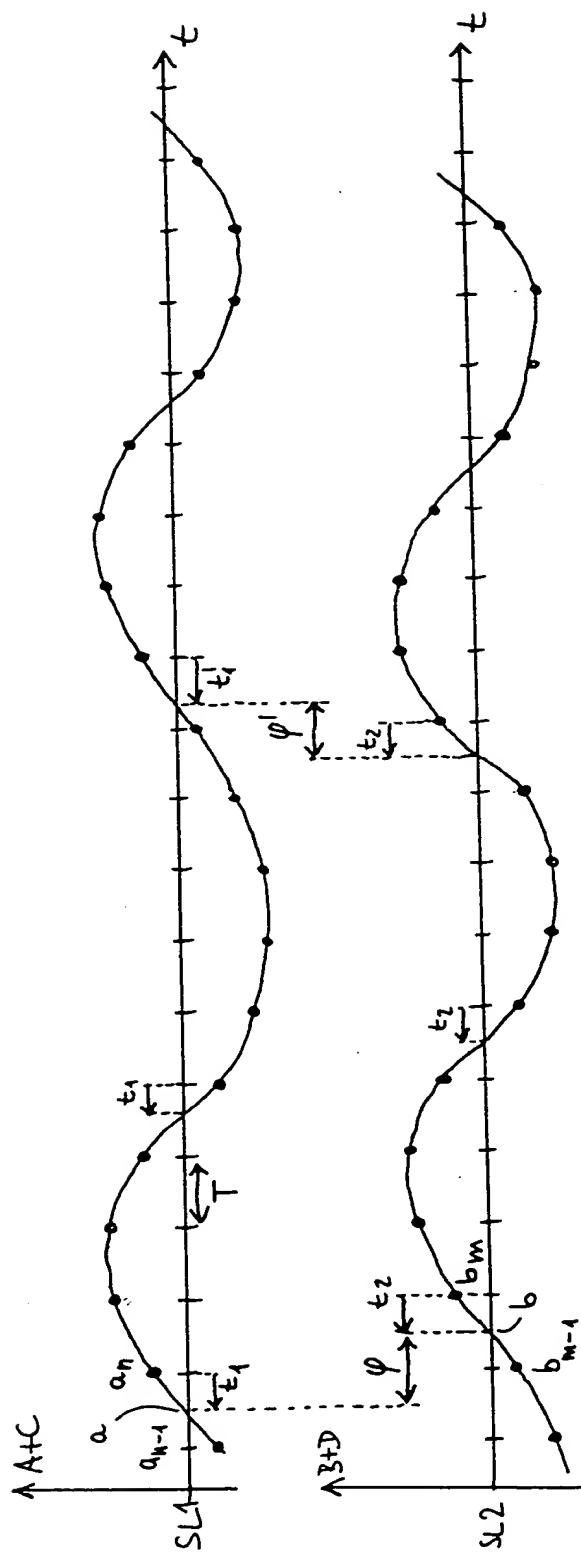


Fig. 2



$$\psi' = t_1' - \tau_A - t_2$$

$$t_1 = \frac{a_n - a}{a_n - a_{n-1}} \tau$$

$$t_2 = \frac{b_m - b}{b_m - b_{m-1}}$$

Fig. 3

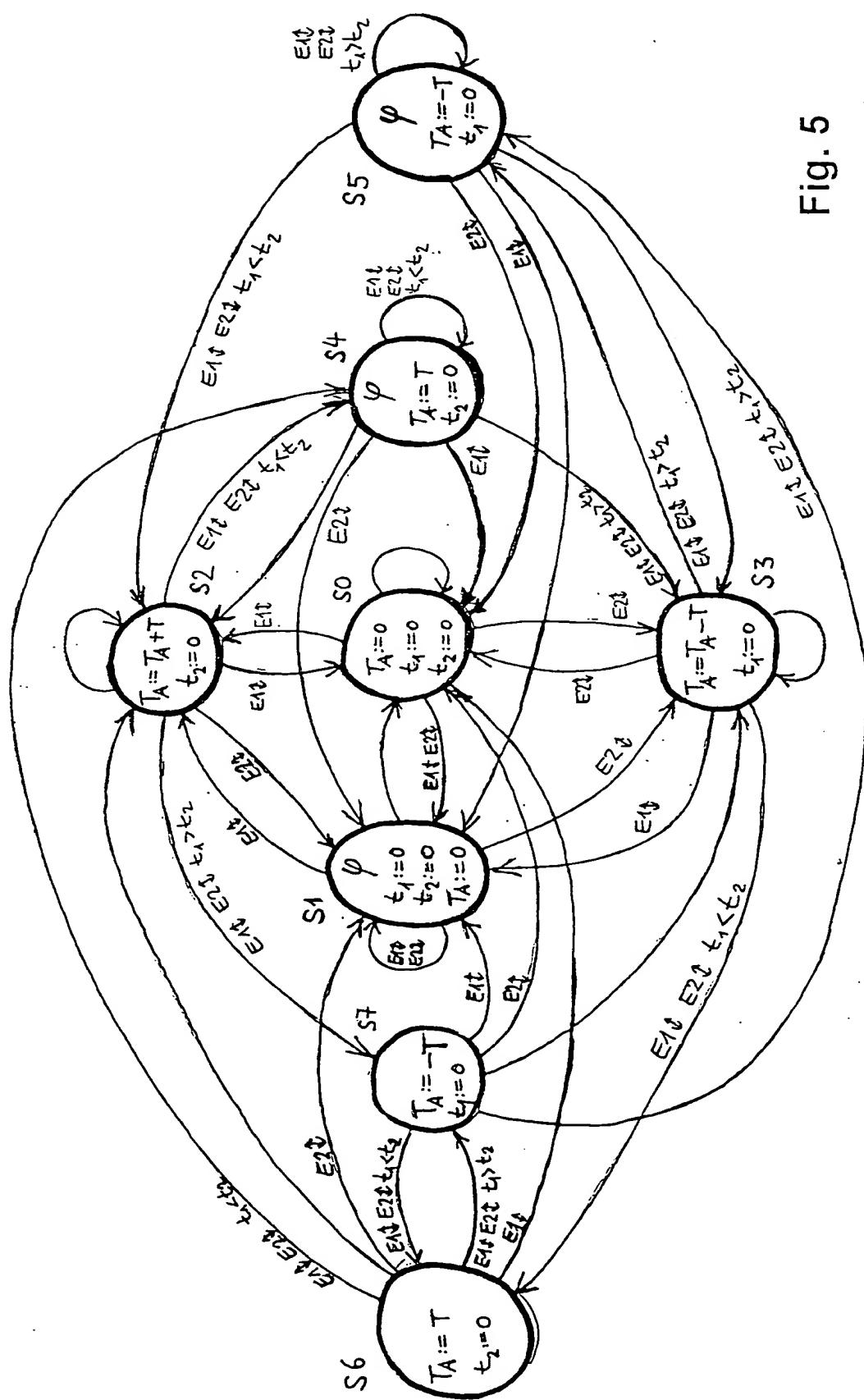


Fig. 5



Creation date: 08-24-2004  
Indexing Officer: TLAM2 - THY LAM  
Team: OIPEBackFileIndexing  
Dossier: 09562023

Legal Date: 05-01-2000

No.	Doccode	Number of pages
1	FRPR	19

Total number of pages: 19

Remarks:

Order of re-scan issued on .....